

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-057533

(43)Date of publication of application : 22.02.2002

(51)Int.Cl.

H03F 1/32

H03F 3/21

H04B 1/04

H04B 1/10

(21)Application number : 2001-159734

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.05.2001

(72)Inventor : MATSUURA TORU  
ISHIDA KAORU  
SAKAKURA MAKOTO  
FUJIWARA SEIJI

(30)Priority

Priority number : 2000160550 Priority date : 30.05.2000 Priority country : JP

(54) DISTORTION PRE-COMPENSATING CIRCUIT, LOW DISTORTION POWER AMPLIFIER AND CONTROL METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem that both low frequency side and high frequency side distortions cannot be simultaneously suppressed in a conventional distortion pre-compensating circuit when amplitudes and phases are different between the distortion to be generated on the side of low frequency and the distortion to be generated on the side of high frequency in distortions to be generated in a wide band AB-class power amplifier.  
**SOLUTION:** An amplitude frequency characteristics control circuit 106 is connected after a distortion generating circuit 105. After the amplitude difference of distortions generated on the low frequency side and the high frequency side are adjusted by that circuit 106, the amplitudes and phases of the distortions are controlled by a vector control circuit 107.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-57533  
(P2002-57533A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
H 0 3 F 1/32		H 0 3 F 1/32	5 J 0 9 0
	3/21		5 J 0 9 1
H 0 4 B 1/04		H 0 4 B 1/04	R 5 K 0 5 2
	1/10		Z 5 K 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-159734(P2001-159734)  
(22) 出願日 平成13年5月28日 (2001.5.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-160550(P2000-160550)  
(32) 優先日 平成12年5月30日 (2000.5.30)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 松浦 徹  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72) 発明者 石田 薫  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74) 代理人 100092794  
弁理士 松田 正道

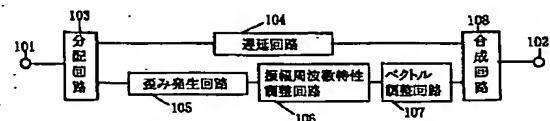
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 前置歪み補償回路、低歪み電力増幅器、及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 広帯域A B級電力増幅器において、発生する歪みのうち低周波側に発生するものと、高周波側に発生するものとで振幅、位相が異なる場合、従来の前置歪み補償回路では低周波側、高周波側の両方を同時に、歪み抑圧することができない。

【解決手段】 歪み発生回路105の後に振幅周波数特性調整回路106を接続し、それにより低周波側及び高周波側に発生する歪みの振幅差を調整した後、ベクトル調整回路107により、歪みの振幅、位相を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を分配する分配回路と、  
前記分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、

前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、

前記歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、

前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成し、その合成信号を、後段に直接又は間接的に接続される予定の、歪み補償の対象となる回路手段に出力するための合成回路とを備え、

前記遅延回路の遅延時間は、前記ベクトル調整回路からの前記出力がないとすれば前記回路手段で発生することになる歪みの位相差に基づいて設定される前置歪み補償回路。

【請求項 2】 入力信号を分配する分配回路と、  
その分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、

前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、

その歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させる振幅周波数特性調整回路と、

その振幅周波数特性調整回路の出力側に接続され、歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、

前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路。

【請求項 3】 前記遅延回路の遅延時間は、前記合成回路からの出力が入力される予定の歪み補償の対象となる回路手段において、前記ベクトル調整回路からの前記出力がないとすれば発生することになる歪みの位相差に基づいて設定される請求項 2 に記載の前置歪み補償回路。

【請求項 4】 前記遅延時間が、前記位相差に基づいて設定されるとは、前記遅延時間を第 1 の遅延時間とし、前記歪み発生回路及び前記ベクトル調整回路を経由して前記合成回路に出力される信号の遅延時間を第 2 の遅延時間とした場合、前記第 1 と第 2 の遅延時間の差が前記位相差に相当する様に、前記第 1 の遅延時間が設定されることである請求項 1 又は 3 に記載の前置歪み補償回路。

【請求項 5】 前記遅延回路の遅延時間が可変である請求項 1 又は 3 に記載の前置歪み補償回路。

【請求項 6】 前記遅延回路の遅延時間は、予め定められた値に固定されている請求項 1 又は 3 に記載の前置歪み補償回路。

【請求項 7】 入力信号を分配する分配回路と、  
その分配回路の一方の出力側に接続された遅延回路と、

前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、

その歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも 2 つのフィルタ回路と、

その少なくとも 2 つのフィルタ回路の各出力にそれぞれ直接的又は間接的に接続され、それぞれの歪み信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも 2 つのベクトル調整回路と、

10 前記遅延回路の出力及び前記少なくとも 2 つのベクトル調整回路の合成出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路。

【請求項 8】 前記少なくとも 2 つのフィルタ回路の各出力にそれぞれ接続され、前記フィルタ回路から出力されるそれぞれの歪み信号の振幅周波数特性を変化させるための少なくとも 2 つの振幅周波数特性調整回路を備え、

20 前記少なくとも 2 つのベクトル調整回路は、前記少なくとも 2 つの振幅周波数特性調整回路の各出力にそれぞれ接続されている請求項 7 に記載の前置歪み補償回路。

【請求項 9】 前記歪み発生回路が、リミッタアンプにより構成されている請求項 1、2、3、7 又は 8 の何れか一つに記載の前置歪み補償回路。

【請求項 10】 前記歪み発生回路が、ダイオードから構成された回路である請求項 1、2、3、7 又は 8 の何れか一つに記載の前置歪み補償回路。

【請求項 11】 前記歪み発生回路が、ゼロバイアスタイオードから構成された回路である請求項 1、2、3、7 又は 8 の何れか一つに記載の前置歪み補償回路。

30 【請求項 12】 前記歪み発生回路が、  
入力信号を分配する分配回路と、  
その分配回路の一方の出力側に接続された遅延回路と、  
前記分配回路の他方の出力側に接続された非線形素子を含む回路と、

その非線形素子を含む回路の出力側に接続されたベクトル調整回路と、

前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とによって構成された請求項 1、2、3、7 又は 8 の何れか一つに記載の前置歪み補償回路。

40 【請求項 13】 入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、

その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、

その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、

その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、

その歪み抽出回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させるための振幅周波数特性調整回路と、

50 その振幅周波数特性調整回路の出力側に接続され、前記

信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路とを備え、

前記ベクトル調整回路の出力が前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器。

【請求項 14】 入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、

その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、

その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、

その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、

その歪み抽出回路の出力側に接続され、歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも 2 つのフィルタ回路と、

その少なくとも 2 つのフィルタ回路の各出力側にそれぞれ接続され、それぞれの信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも 2 つのベクトル調整回路とを備え、前記少なくとも 2 つのベクトル調整回路の出力が合成されて前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器。

【請求項 15】 入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、

その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、

その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、

その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、

その歪み抽出回路の出力側に接続され、歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも 2 つのフィルタ回路と、

その少なくとも 2 つのフィルタ回路の各出力側にそれぞれ接続され、それぞれの信号の振幅の周波数特性を調整するための少なくとも 2 つの振幅周波数特性調整回路と、

その少なくとも 2 つの振幅周波数特性調整回路の各出力にそれぞれ接続され、それぞれの信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも 2 つのベクトル調整回路とを備え、

前記少なくとも 2 つのベクトル調整回路の出力が合成されて前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器。

【請求項 16】 請求項 1、2、3、7 又は 8 の何れか一つに記載の前記前置歪み補償回路の制御方法であって、

前記前置歪み補償回路の出力側に電力増幅器を接続し、前記電力増幅器から発生する歪み信号の大きさを検出し、

その検出された歪み信号の大きさが最小となるように、前記振幅周波数特性調整回路、前記ベクトル調整回路、及び前記遅延回路の遅延時間の少なくとも一つを制御する制御方法。

【請求項 17】 請求項 13～15 の何れか一つに記載の前記低歪み電力増幅器の制御方法であって、

前記歪み抽出回路から歪み信号の大きさを検出し、

その検出された歪み信号の大きさが最小となるように、前記振幅周波数特性調整回路及び前記ベクトル調整回路の内の少なくとも一つを制御する制御方法。

【請求項 18】 請求項 1、2、3、7、又は 8 の何れか一つに記載の前記前置歪み補償回路と、

その前置歪み補償回路の出力側に接続された電力増幅器と、

その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、

その分配回路の一方の出力側に接続され、前記電力増幅器から出力される歪み信号の振幅および位相を検出するための歪み振幅・位相検出手段と、

20 その歪み振幅・位相検出手段の出力に基づいて、前記電力増幅器から発生する歪みが最小となるように、前記前置歪み補償回路の前記振幅周波数特性調整回路、前記ベクトル調整回路、前記遅延回路の内、少なくとも一つを制御する制御手段とを備え、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号の少なくとも 1 つとなる歪み補償電力増幅器。

【請求項 19】 分配回路と、

その第 1 の分配回路の一方の出力側に接続され、信号の振幅及び位相を変化させるための第 1 のベクトル調整回路と、

30 その第 1 のベクトル調整回路の出力側に接続された請求項 1、2、3、7、又は 8 の何れか一つに記載の前記前置歪み補償回路と、

その前置歪み補償回路の出力側に接続された第 1 の電力増幅器と、

その第 1 の電力増幅器の出力信号に含まれる歪み成分の大きさを検出するための第 1 の歪みレベル検出手段と、前記分配回路の他方の出力側に接続された第 1 の遅延回路と、

40 その第 1 の遅延回路の出力及び前記第 1 の電力増幅器の出力を合成する第 1 の合成回路と、前記第 1 の電力増幅器の出力信号を遅延させる第 2 の遅延回路と、

前記第 1 の合成回路の出力信号の大きさを検出するための信号レベル検出手段と、

前記第 1 の合成回路の出力信号の振幅及び位相を変化させるための第 2 のベクトル調整回路と、

その第 2 のベクトル調整回路に接続された第 2 の電力増幅器と、

50 その第 2 の電力増幅器の出力及び前記第 2 の遅延回路の

出力を合成する第2の合成回路と、  
その第2の合成回路の出力信号に含まれる歪み成分の大きさを検出するための第2の歪みレベル検出手段と、  
前記第1の歪みレベル検出手段、前記信号レベル検出手段、前記第2の歪みレベル検出手段の各出力に基づいて、前記前置歪み補償回路、前記第1のベクトル調整回路、前記第2のベクトル調整回路をそれぞれ制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、(1)第1の制御として前記第1の歪みレベル検出手段から検出される歪みレベルが最小となるように、少なくとも前記前置歪み補償回路を制御し、  
(2)第2の制御として前記信号レベル検出手段から検出される信号レベルが最小となるように、少なくとも前記第1のベクトル調整回路を制御し、(3)第3の制御として前記第2の歪みレベル検出手段から検出される歪みレベルが最小となるように、少なくとも前記第2のベクトル調整回路を制御するものであって、且つ、前記第1、第2、第3の制御を任意の順に繰り返し行う前置歪み補償回路付きフィードフォワード増幅器。

【請求項20】 前記第1の遅延回路が、遅延時間が可変である可変遅延回路であり、  
前記制御手段には、前記第1のベクトル調整回路及び前記前置歪み補償回路が制御された際の遅延時間の変化量が記憶されたものであって、  
前記制御手段は、(1)第1の制御として、前記前置歪み補償回路を制御するとともに、前記可変遅延回路を制御し、(2)第2の制御として、前記第1のベクトル調整回路を制御するとともに、前記可変遅延回路を制御し、(3)第3の制御として、前記第2のベクトル調整器のみを制御するものである請求項19に記載の前置歪み補償回路付きフィードフォワード増幅器。

【請求項21】 入力信号を分配する分配回路と、  
その分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、  
前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、  
前記歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、  
前記ベクトル調整回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させる振幅周波数特性調整回路と、  
前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、携帯電話端末、基地局に用いられる、電力増幅器の歪み補償及び低歪み電力増幅器等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の前置歪み補償回路の一例を図17に示す。図17において、入力端子1701に入力した信号は分配回路1703により2つの経路に分配される。第一の経路では遅延回路1704を経由した後、合成回路1707に入力される。一方、第二の経路では歪み発生回路1705により歪みを生成し、ベクトル調整回路1706を経由した後、合成回路1707に入力され、第一の経路の信号と合成されて出力端子1702から図示しない電力増幅器に出力される。このベクトル調整回路1706で歪みの振幅、位相を変化させることにより、後段の電力増幅器の歪みを補償するための信号を前置歪み補償回路により生成し、電力増幅器の歪みを抑圧する。尚、遅延回路1704の遅延時間は、第1の経路を経由する遅延時間が、第2の経路を経由した信号の遅延時間と一致する様に設定されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特に送信信号が広帯域で、電力増幅器がA B級動作している時には、増幅器から発生する相互歪みの振幅、位相の特性がアンバランスとなるため歪み補償効果が劣化する。

【0004】詳細を説明する。電力増幅器は広帯域に整合されており、送信帯域内の利得偏差、通過位相の偏差はないとする。周波数の異なる等振幅の2信号が入力されたとき、出力電圧を $V_0$ とすると、 $V_0$ は(数1)のように表される。

【0005】

【数1】 $V_0 = A_0 (\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t) + B_{0L} \cos [(2\omega_1 - \omega_2)t + \phi_{3L}] + B_{0U} \cos [(2\omega_2 - \omega_1)t + \phi_{3U}]$   
ここで、 $\omega_1$ 、 $\omega_2$ は入力信号の角周波数、 $A_0$ は出力電圧のうち角周波数が $\omega_1$ 、 $\omega_2$ である信号の電圧の振幅成分、 $B_{0L}$ 、 $B_{0U}$ はそれぞれ低周波側、高周波側に発生する3次相互変調歪みの電圧の振幅成分、 $\phi_{3L}$ 、 $\phi_{3U}$ はそれぞれ低周波側、高周波側に発生する3次相互変調歪みの電圧位相成分である。

【0006】このとき、歪み補償回路において(数2)のように表される電圧 $V_1$ を生成し、電力増幅器に入力することにより低周波側、高周波側に発生する相互変調歪みをともに補償することができる。

【0007】

【数2】 $V_1 = A_1 [\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t] - B_{1L} \cos [(2\omega_1 - \omega_2)t + \phi_{3L}] - B_{1U} \cos [(2\omega_2 - \omega_1)t + \phi_{3U}]$   
ここで、 $A_1$ は入力電圧のうち角周波数が $\omega_1$ 、 $\omega_2$ である信号の電圧の振幅成分、 $B_{1L}$ 、 $B_{1U}$ はそれぞれ前置歪み補償回路において低周波側、高周波側に発生する3次相互変調歪みの電圧の振幅成分である。また電力増幅器の電圧利得 $G$ と $A_0 = A_1 \cdot G$ 、 $B_{0L} = B_{1L} \cdot G$ 、 $B_{0U} = B_{1U} \cdot G$ の関係がある。

【0008】従来の技術においては、前置歪み補償回路において発生する相互変調3次歪みの振幅と位相を低周波側、高周波側独立に制御することができなかった。つ

まり  $B_{1L}$ 、 $B_{1U}$ 、 $\phi_{3L}$ 、 $\phi_{3U}$  を独立に制御することができなかった。

【0009】後段の電力増幅器により、低周波側及び高周波側に発生する3次相互変調歪みの電圧の振幅成分が互いに等しく、しかも、電圧の位相成分も互いに等しい場合は、上記従来の補償回路の構成でも特に問題は生じなかった。

【0010】しかしながら、送信信号が広帯域で、且つ電力増幅器がA B級動作する場合の様に、電力増幅器の3次相互変調歪みの電圧の振幅成分及び／又は位相成分が、低周波側と高周波側とで等しくない場合は、十分な歪み補償量が得られないという課題があった。

【0011】本発明は、従来のこのような課題を考慮し、歪みの振幅及び歪みの位相の内、少なくとも一つを、高周波側と低周波側とで独立に制御することにより、このようなアンバランスな歪み特性をもつ電力増幅器に対しても有効な前置歪み補償回路、低歪み電力増幅器、及びその制御方法などを提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の本発明（請求項1記載の本発明に対応）は、入力信号を分配する分配回路と、前記分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、前記歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成し、その合成信号を、後段に直接又は間接的に接続される予定の、歪み補償の対象となる回路手段に出力するための合成回路とを備え、前記遅延回路の遅延時間は、前記ベクトル調整回路からの前記出力がないとすれば前記回路手段で発生することになる歪みの位相差に基づいて設定される前置歪み補償回路である。

【0013】又、第2の本発明（請求項2記載の本発明）は、入力信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、その歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させる振幅周波数特性調整回路と、その振幅周波数特性調整回路の出力側に接続され、歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路である。又、第3の本発明（請求項3記載の本発明に対応）は、前記遅延回路の遅延時間は、前記合成回路からの出力が入力される予定の歪み補償の対象となる回路手段において、前

記ベクトル調整回路からの前記出力がないとすれば発生することになる歪みの位相差に基づいて設定される上記第2の本発明の前置歪み補償回路である。

【0014】又、第4の本発明（請求項4記載の本発明に対応）は、前記遅延時間が、前記位相差に基づいて設定されるとは、前記遅延時間を第1の遅延時間とし、前記歪み発生回路及び前記ベクトル調整回路を経由して前記合成回路に出力される信号の遅延時間を第2の遅延時間とした場合、前記第1と第2の遅延時間の差が前記位相差に相当する様に、前記第1の遅延時間が設定されることである上記第1又は第3の本発明の前置歪み補償回路である。

【0015】又、第5の本発明（請求項5記載の本発明に対応）は、前記遅延回路の遅延時間が可変である上記第1又は第3の本発明の前置歪み補償回路である。

【0016】又、第6の本発明（請求項6記載の本発明に対応）は、前記遅延回路の遅延時間は、予め定められた値に固定されている上記第1又は第3の本発明の前置歪み補償回路である。

【0017】又、第7の本発明（請求項7記載の本発明に対応）は、入力信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続された遅延回路と、前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、その歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも2つのフィルタ回路と、その少なくとも2つのフィルタ回路の各出力にそれぞれ直接的又は間接的に接続され、それぞれの歪み信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも2つのベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記少なくとも2つのベクトル調整回路の合成出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路である。

【0018】又、第8の本発明（請求項8記載の本発明に対応）は、前記少なくとも2つのフィルタ回路の各出力にそれぞれ接続され、前記フィルタ回路から出力されるそれぞれの歪み信号の振幅周波数特性を変化させるための少なくとも2つの振幅周波数特性調整回路を備え、前記少なくとも2つのベクトル調整回路は、前記少なくとも2つの振幅周波数特性調整回路の各出力にそれぞれ接続されている上記第7の本発明の前置歪み補償回路である。

【0019】又、第9の本発明（請求項9記載の本発明に対応）は、前記歪み発生回路が、リミッタンプにより構成されている上記第1、2、3、7又は8の本発明の前置歪み補償回路である。

【0020】又、第10の本発明（請求項10記載の本発明に対応）は、前記歪み発生回路が、ダイオードから構成された回路である上記第1、2、3、7又は8の本発明の前置歪み補償回路である。

【0021】又、第11の本発明（請求項11記載の本

発明に対応)は、前記歪み発生回路が、ゼロバイアスタイオードから構成された回路である上記第1、2、3、7又は8の本発明の前記歪み補償回路である。

【0022】又、第12の本発明(請求項12記載の本発明に対応)は、前記歪み発生回路が、入力信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続された遅延回路と、前記分配回路の他方の出力側に接続された非線形素子を含む回路と、その非線形素子を含む回路の出力側に接続されたベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とによって構成された上記第1、2、3、7又は8の本発明の前記歪み補償回路である。

【0023】又、第13の本発明(請求項13記載の本発明に対応)は、入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、その歪み抽出回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させるための振幅周波数特性調整回路と、その振幅周波数特性調整回路の出力側に接続され、前記信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路とを備え、前記ベクトル調整回路の出力が前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器である。

【0024】又、第14の本発明(請求項14記載の本発明に対応)は、入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、その歪み抽出回路の出力側に接続され、歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも2つのフィルタ回路と、その少なくとも2つのフィルタ回路の各出力側にそれぞれ接続され、それぞれの信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも2つのベクトル調整回路とを備え、前記少なくとも2つのベクトル調整回路の出力が合成されて前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器である。

【0025】又、第15の本発明(請求項15記載の本発明に対応)は、入力信号及び他の信号を合成する合成回路と、その合成回路の出力側に接続された電力増幅器と、その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続され、歪み信号を抽出する歪み抽出回路と、その歪み抽出回路の出力側に接続され、歪み信号を異なる周波数毎に分離するための少なくとも2つのフィルタ回路と、その少なくとも2つのフィルタ回路の各出力側にそれぞれ接

続され、それぞれの信号の振幅の周波数特性を調整するための少なくとも2つの振幅周波数特性調整回路と、その少なくとも2つの振幅周波数特性調整回路の各出力にそれぞれ接続され、それぞれの信号の振幅及び位相を変化させるための少なくとも2つのベクトル調整回路とを備え、前記少なくとも2つのベクトル調整回路の出力が合成されて前記合成回路の前記他の信号として入力し、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号として出力される低歪み電力増幅器である。

【0026】又、第16の本発明(請求項16記載の本発明に対応)は、上記第1、2、3、7又は8の本発明の前記前記歪み補償回路の制御方法であって、前記前記歪み補償回路の出力側に電力増幅器を接続し、前記電力増幅器から発生する歪み信号の大きさを検出し、その検出された歪み信号の大きさが最小となるように、前記振幅周波数特性調整回路、前記ベクトル調整回路、及び前記遅延回路の遅延時間の少なくとも一つを制御する制御方法である。

【0027】又、第17の本発明(請求項17記載の本発明に対応)は、上記第13、14又は15の本発明の前記低歪み電力増幅器の制御方法であって、前記歪み抽出回路から歪み信号の大きさを検出し、その検出された歪み信号の大きさが最小となるように、前記振幅周波数特性調整回路及び前記ベクトル調整回路の内の少なくとも一つを制御する制御方法である。

【0028】又、第18の本発明(請求項18記載の本発明に対応)は、上記第1、2、3、7、又は8の本発明の前記前記歪み補償回路と、その前記歪み補償回路の出力側に接続された電力増幅器と、その電力増幅器の出力側に接続され、信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続され、前記電力増幅器から出力される歪み信号の振幅および位相を検出するための歪み振幅・位相検出手段と、その歪み振幅・位相検出手段の出力に基づいて、前記電力増幅器から発生する歪みが最小となるように、前記前記歪み補償回路の前記振幅周波数特性調整回路、前記ベクトル調整回路、前記遅延回路の内、少なくとも一つを制御する制御手段とを備え、前記分配回路のもう一方の出力が出力信号の少なくとも一つとなる歪み補償電力増幅器である。

【0029】又、第19の本発明(請求項19記載の本発明に対応)は、分配回路と、その第1の分配回路の一方の出力側に接続され、信号の振幅及び位相を変化させるための第1のベクトル調整回路と、その第1のベクトル調整回路の出力側に接続された上記第1、2、3、7、又は8の本発明の前記前記歪み補償回路と、その前記歪み補償回路の出力側に接続された第1の電力増幅器と、その第1の電力増幅器の出力信号に含まれる歪み成分の大きさを検出するための第1の歪みレベル検出手段と、前記分配回路の他方の出力側に接続された第1の遅延回路と、その第1の遅延回路の出力及び前記第1の電



力増幅器の出力を合成する第1の合成回路と、前記第1の電力増幅器の出力信号を遅延させる第2の遅延回路と、前記第1の合成回路の出力信号の大きさを検出するための信号レベル検出手段と、前記第1の合成回路の出力信号の振幅及び位相を変化させるための第2のベクトル調整回路と、その第2のベクトル調整回路に接続された第2の電力増幅器と、その第2の電力増幅器の出力及び前記第2の遅延回路の出力を合成する第2の合成回路と、その第2の合成回路の出力信号に含まれる歪み成分の大きさを検出するための第2の歪みレベル検出手段と、前記第1の歪みレベル検出手段、前記信号レベル検出手段、前記第2の歪みレベル検出手段の各出力に基づいて、前記前置歪み補償回路、前記第1のベクトル調整回路、前記第2のベクトル調整回路をそれぞれ制御する制御手段とを備え、前記制御手段は、(1)第1の制御として前記第1の歪みレベル検出手段から検出される歪みレベルが最小となるように、少なくとも前記前置歪み補償回路を制御し、(2)第2の制御として前記信号レベル検出手段から検出される信号レベルが最小となるように、少なくとも前記第1のベクトル調整回路を制御し、(3)第3の制御として前記第2の歪みレベル検出手段から検出される歪みレベルが最小となるように、少なくとも前記第2のベクトル調整回路を制御するものであって、且つ、前記第1、第2、第3の制御を任意の順に繰り返し行う前置歪み補償回路付きフィードフォワード増幅器である。

【0030】又、第20の本発明(請求項20記載の本発明に対応)は、前記第1の遅延回路が、遅延時間が可変である可変遅延回路であり、前記制御手段には、前記第1のベクトル調整回路及び前記前置歪み補償回路が制御された際の遅延時間の変化量が記憶されたものであって、前記制御手段は、(1)第1の制御として、前記前置歪み補償回路を制御するとともに、前記可変遅延回路を制御し、(2)第2の制御として、前記第1のベクトル調整回路を制御するとともに、前記可変遅延回路を制御し、(3)第3の制御として、前記第2のベクトル調整器のみを制御するものである上記第19の本発明の前置歪み補償回路付きフィードフォワード増幅器である。

【0031】又、第21の本発明(請求項21記載の本発明に対応)は、入力信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力側に接続された、前記分配された入力信号の一方の信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、前記分配回路の他方の出力側に接続された、歪み信号を発生するための歪み発生回路と、前記歪み発生回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、前記ベクトル調整回路の出力側に接続され、前記歪み信号の振幅の周波数特性を変化させる振幅周波数特性調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とを備えた前置歪み補償回路であ

る。

【0032】

【発明の実施の形態】(実施の形態1)以下、本発明の実施の形態1について、図1から図8を用いて説明する。

【0033】図1において、入力端子101に入力された信号は分配回路103により2分岐され、一方は遅延回路104を経由した後、合成回路108に入力される。また、分配回路103からのもう一方の出力は歪み発生回路105へ入力され、歪み信号が生成される。この歪み信号の振幅の周波数特性を振幅周波数特性調整回路106で変化させた後、ベクトル調整回路107で歪み信号の振幅、位相が変化され、合成回路108に入力される。この合成回路108の出力端子102からの出力により電力増幅器の歪みを補償することができる。

【0034】入力信号が周波数の異なる等振幅の2つの連続波であるとしたときの具体例を図1～3を参照しながら説明する。

【0035】図2(a)、図2(b)に示すように、電力増幅器204から発生する歪みに対して等振幅(ここの歪みの振幅とは、キャリアの振幅で規格化されたもの)であり、且つ、逆位相(即ち、これら相互変調歪み信号の位相差は、180度である)の歪みを前置歪み補償回路203で生成し、電力増幅器204に入力すれば、電力増幅器204から発生する歪みを補償できる。ここの歪み信号の位相とは、キャリアの2つの信号の位相がそろったときの位相を $\theta_1$ とし、そのときの歪み信号の位相の瞬時位相を $\theta_2$ としたとき、 $\theta_2 - \theta_1$ として定義している。しかしながら、相互変調歪み信号について、直接、所望の振幅、位相を得るのは難しい。そこで、前置歪み補償回路203は、図1に示す構成とする。

【0036】即ち、入力端子201は、図1の入力端子101に対応しており、電力増幅器204は、図1の出力端子102と接続されている。

【0037】尚、本実施の形態では、電力増幅器204の3次相互変調歪みの電圧の振幅成分及び位相成分が、何れも、低周波側と高周波側とで等しくない場合、即ち、被補償の電力増幅器と、前置歪み補償回路のそれぞれの歪み特性の内、振幅特性、及び位相特性の双方とも異なる場合について述べる。

【0038】図3に示すように図1における歪み発生回路105から発生した3次相互変調歪みIM3は、低周波側のものと高周波側のものとで振幅、位相が等しいとする(図3(a))。この歪み信号については、振幅周波数特性調整回路106により、低周波側に発生した歪みと、高周波側に発生した歪みの振幅比が、所定値になるように調整される(図3(b))。その後、ベクトル調整回路107により各歪みの振幅、及び位相が所定値に調整される(図3(c))。そして、遅延回路104

により予め設定された遅延時間により、各歪みの位相差が所定値 $\theta$ に設定される(図3(d))。

【0039】ここで、図3(d)に示した各歪みの位相差 $\theta$ 、及び、遅延回路104の遅延時間について更に説明する。

【0040】即ち、図1において、遅延回路104を経由して合成回路108に出力される信号の遅延時間を第1の遅延時間とし、歪み発生回路105と振幅周波数特性調整回路106とベクトル調整回路107を経由して合成回路108に出力される信号の遅延時間を第2の遅延時間とした場合、第1と第2の遅延時間の差が上記位相差 $\theta$ に実質上一致する様に、前記第1の遅延時間が回路の設計段階で予め設定されている。尚、所定値 $\theta$ は、電力増幅器204で発生する3次相互変調歪みの低周波側と高周波側の電圧の位相成分の差(ここでの位相成分の差は、キャリアの2つの信号の位相が等しいときの、それらキャリア信号に対する低周波側の歪みの位相と、高周波側の歪みの位相との差によって定義したものである)に等しい。

【0041】このようにして前置歪み補償回路203としての所望の特性が得られ、電力増幅器204の歪みを補償することができる。

【0042】歪み発生回路105は、リミッタアンプで構成しても良いが、ダイオードで構成された回路の一例として、図4(a)のような構成も考えられる。この図4(a)で信号は入力端子401から入力され、出力端子402から出力される。ダイオードは電源端子404により電圧を供給されることによりバイアスされる。ここでダイオード406をゼロバイアスダイオードとすれば、電源端子404を接地し、電源供給が不要な構成も可能である。

【0043】また、図4(b)のような構成も可能である。この図で入力端子409に入力された信号は分配回路411により2分配され、一方は遅延回路412を経て合成回路415に入力されている。他方は非線形素子を含む回路413に入力され、その出力は歪み成分を含んだ信号となる。その信号はベクトル調整回路414で振幅、位相が調整され合成回路415に入力される。合成回路415に入力される2つのキャリア信号の振幅が同じで、且つ、位相差が180度であるとする事によって、合成回路415の出力はキャリア成分が抑圧された歪み成分のみを取り出すことができる。

【0044】また、振幅周波数特性調整回路106としては、例えば、図5に示すような回路が考えられる。図5でコンデンサ504の値を変化させることにより、振幅の周波数特性を変化させることができる。

【0045】また、ベクトル調整回路107としては、例えば図6に示すような回路が考えられる。この図で抵抗605、606の値を変更することにより、振幅減衰量が変化し、コンデンサ607、608の値を変更する

ことにより、通過位相を変化させることができる。

【0046】また、遅延回路104(図1参照)を、遅延時間が可変である可変遅延回路704(図7参照)とすることにより、低周波側に発生する歪みと、高周波側に発生する歪みとの位相差を調整することができる。

【0047】この場合の前置歪み補償回路を図7に示す。また、可変遅延回路704の一例を図8に示す。

【0048】長さの異なる伝送線路805、806、807をスイッチ803、804で切り替えることにより、遅延時間を可変できる。

【0049】これにより、例えば、後段に接続される増幅器の特性が特定されている場合でも、複数の遅延時間を予め用意しておくことにより、遅延時間の微調整が可能となり、増幅器の特性及びその他の回路特性のばらつきによる遅延時間の調整のずれを吸収出来る。又、後段に接続する増幅器の特性が複数種類あって、予め特定出来ない場合でも、複数種類の遅延時間を予め用意しておくことにより、実際に接続された増幅器の特性に対応した遅延時間を選択することが出来る。

【0050】さらに、その場合、歪み発生回路で発生する2つの歪みの大きさの比と、パワーアンプで発生する2つの歪みの大きさの比が等しい場合には、振幅周波数特性調整回路106、706は省略できる。

【0051】さらに、この前置歪み補償回路の出力に接続された電力増幅器の歪み成分の全部又は一部を抽出し、その大きさが最小となるように遅延回路104の遅延時間、振幅周波数特性調整回路106、ベクトル調整回路107の少なくとも一つを制御することによって、安定に高精度な歪み補償が得られる。

【0052】なお、ここでは、3次相互変調歪みの低周波側と、高周波側との振幅、位相の調整について述べたが、3次相互変調歪みと5次相互変調歪みの振幅、位相の調整についても、同様の効果が得られる。

【0053】また、変調波入力時に発生する歪みに対しても抑圧効果がある。

(実施の形態2) 本発明の実施の形態2について図9、図10を用いて説明する。

【0054】図9において、入力端子901に入力された信号は分配回路903により2分岐され、一方は遅延回路904を経由した後、合成回路910に入力される。また、分配回路903からのもう一方の出力は歪み発生回路905へ入力され、歪み信号が生成される。

【0055】ここでも、入力信号が周波数の異なる等振幅の2つの連続波であるとしたときの具体例を説明する。

【0056】フィルタ回路906は歪み発生回路905で発生する3次相互変調歪みのうち、低周波側に発生する3次相互変調歪みを選択的に通過させ、他の周波数成分は減衰させる。またフィルタ回路907は高周波側に発生する3次相互変調歪みを選択的に通過させ、他の周

波数成分は減衰させる。

【0057】このとき、歪み発生回路905で発生した歪み信号のうち、低周波側に発生する3次相互変調歪みはフィルタ回路906を通過し、ベクトル調整回路908で歪みの振幅と位相が変化される。また、高周波側に発生する3次相互変調歪みはフィルタ回路907を通過し、ベクトル調整回路909で歪みの振幅と位相が変化される。これらの出力は合成後、合成回路910に入力される。このように低周波側に発生する3次相互変調歪みと、高周波側に発生する3次相互変調歪みを独立に制御することができるので、歪み特性がアンバランスな電力増幅器の歪み補償が可能となる。また、変調波入力時に発生する歪みに対しても抑圧効果がある。

【0058】尚、本実施の形態では、上記実施の形態と異なり、キャリアの2つの信号の位相が等しいときの、それらキャリアの位相に対する、ベクトル調整回路908から出力される歪みの位相と、上記キャリアの位相に対する、ベクトル調整回路909から出力される歪みの位相との差が、上記所定値 $\theta$ に一致する様に、各ベクトル調整回路908、909が調整されている。

【0059】さらに、この前置歪み補償回路の出力に接続された電力増幅器の歪み成分の全部又は一部を抽出し、その大きさが最小となるようにベクトル調整回路908、909の少なくとも一つを制御することによって、安定に高精度な歪み補償が得られる。

【0060】なお、図9の構成では、3次相互変調歪みの低周波側と、高周波側との振幅、位相の調整について述べたが、これに限らず、例えば、図10のような構成としても良い。

【0061】即ち、図10に示す様に、フィルタ回路1006は、低周波側に発生する3次相互変調歪みを、フィルタ回路1007は、高周波側に発生する3次相互変調歪みをそれぞれ選択的に通過させ、他の周波数成分を減衰させるものである。又、フィルタ回路1008は、低周波側に発生する5次相互変調歪みを、フィルタ回路1009は、高周波側に発生する5次相互変調歪みを選択的に通過させ、他の周波数成分を減衰させる。

【0062】これによって、3次相互変調歪みと5次相互変調歪みの振幅、位相を独立に制御することが可能であり、上記例と同様の歪み補償の効果が得られる。

【0063】また、図11のような構成も考えられる。

【0064】即ち、図11に示す様に、歪み発生回路1105で発生した歪み信号は、フィルタ回路1106、1107で周波数分離される。

【0065】例えば、フィルタ回路1106、1107に複数の歪み信号が含まれていた場合、それらの歪み信号を振幅周波数特性調整回路1108、1109で振幅の周波数特性を調整後、ベクトル調整回路1110、1111で振幅、位相が調整され、合成回路1112に入力され、遅延回路1104を経由した信号と合成され

る。

【0066】この構成により、複数の周波数の歪み成分に対しても歪み補償が可能となる。

【0067】なお、上記実施の形態では、異なる周波数毎に分離するためのフィルタの数を2、あるいは4としているが、これに限定されるものではない。

(実施の形態3) 本発明の実施の形態3について、図12、図13を用いて説明する。

【0068】図12において、入力端子1201から入力された信号は、合成回路1203を経由して、電力増幅器1204に入力される。電力増幅器1204からの出力は分配回路1205により分配され、その分配された信号の一方は、歪み抽出回路1206により歪み成分が抽出され、その振幅の周波数特性が振幅周波数特性調整回路1207により変化され、ベクトル調整回路1208により、歪み信号の振幅と位相を変化したのち、合成回路1203に入力され、電力増幅器1204の入力にフィードバックされる。分配回路1205の出力の他方は出力端子1202に接続されており、ここから信号を取り出す。ここで用いられている、振幅周波数特性調整回路1207とベクトル調整回路1208とを適切に調整することにより、低歪みな信号を得ることができる。

【0069】さらに、歪み抽出回路1206で抽出した歪み信号の大きさが最小となるように、振幅周波数特性調整回路1207、ベクトル調整回路1208を制御すれば、安定に高精度な歪み補償が得られる。

【0070】尚、振幅周波数特性調整回路1207が設けられているので、電力増幅器1204で実際に発生する歪み信号の振幅と、歪み抽出回路1206により抽出される歪み信号の振幅が相違する場合に特に効果を発揮する。

【0071】また、フィードバック信号に含まれている歪み信号を周波数で分離し、独立に振幅、位相の制御を行う回路として、図13の構成も考えられる。

【0072】図13に示す様に、フィルタ回路1307は電力増幅器1304で発生する3次相互変調歪みのうち、低周波側に発生する3次相互変調歪みを選択的に通過させ、他の周波数成分は減衰させる。またフィルタ回路1308は高周波側に発生する3次相互変調歪みを選択的に通過させ、他の周波数成分は減衰させる。

【0073】したがって、電力増幅器1304で発生した歪み信号は分配回路1305を経て、歪み抽出回路1306で歪み抽出され、低周波側に発生する3次相互変調歪みはフィルタ回路1307を通過し、ベクトル調整回路1309で歪みの振幅と位相が変化される。

【0074】また、高周波側に発生する3次相互変調歪みはフィルタ回路1308を通過し、ベクトル調整回路1310で歪みの振幅と位相が変化される。

【0075】その後、これら歪み信号は合成され、合成

回路1303に入力される。

【0076】ここで、ベクトル調整器1309の振幅変化量、位相変化量を適当に選択することで、低周波側に発生する3次相互変調歪みが、また、ベクトル調整器1310の振幅変化量、位相変化量を適当に選択することで、高周波側に発生する3次相互変調歪みが抑圧される。

【0077】また、変調波入力時に発生する歪みに対しても抑圧効果がある。

【0078】さらに、歪み抽出回路1306で抽出した歪み信号の大きさが最小となるように、ベクトル調整回路1309、1310を制御すれば安定に高精度な歪み補償が得られる。

【0079】また、図14のような構成も考えられる。

【0080】図14に示す様に、歪み抽出回路1406で抽出された歪み信号はフィルタ回路1407、1408により、周波数分離され、振幅周波数特性調整回路1409、1410で歪み信号の振幅の周波数特性が調整された後、ベクトル調整回路1411、1412で歪み信号の振幅、位相が調整され、合成回路1403に入力される。

【0081】この構成により、複数の周波数の歪み信号に対して歪み抑圧効果が得られる。

【0082】なお、上記実施の形態では、異なる周波数毎に分離するためのフィルタの数を2としているが、これに限定されるものではない。

【0083】尚、振幅周波数特性調整回路1409、1410が設けられているので、電力増幅器1404で実際に発生する歪み信号の振幅と、歪み抽出回路1406により抽出される歪み信号の振幅が相違する場合に特に効果を発揮する。

（実施の形態4）本発明の実施の形態4について、図15を用いて説明する。図15において、前置歪み補償回路は実施の形態1、2に示した図1、図7、図9、図10、図11の前置歪み補償回路である。

【0084】入力端子1501に入力された信号は、前置歪み補償回路1503により、歪みを伴った信号となり、電力増幅器1504に入力される。

【0085】電力増幅器1504からの出力信号は分配回路1505により分配され、出力信号の一方は電力増幅された信号として取り出される。又、他方は歪み振幅位相検出手段1506に入力される。そして、歪み信号の大きさが最小となる様な、振幅周波数特性調整回路、ベクトル調整回路、可変遅延回路の遅延時間の最適な点を制御手段1507により計算し、その結果を前置歪み補償回路1503の制御端子1508に入力する。

【0086】この結果、振幅周波数特性調整回路、ベクトル調整回路、可変遅延回路の遅延時間といった、前置歪み補償回路1503の調整箇所を、最大の歪み抑圧が得られる最適点に高速に到達させることができる。

【0087】また、歪み振幅、位相検出は、一例として、デジタルオシロスコープで取り込んだ時間領域の信号を、周波数領域にフーリエ変換した後、歪みの振幅、位相を計算することにより可能となる。

（実施の形態5）本発明の実施の形態5について図16を用いて説明する。

【0088】入力端子1601に入力された信号は、分配回路1603によって2分配され、一方はベクトル調整回路1604、前置歪み補償回路1605を経て、電力増幅器1606に入力され、増幅される。他方は遅延回路1610を経て合成回路1611に入力される。

【0089】電力増幅器1606の非線形性によって歪み成分を含んだ信号となり、この信号は分配回路1609によって2分配され、一方は遅延回路1612を経て合成回路1617に入力される。

【0090】また分配回路1609から分配された信号の他方は合成回路1611に入力され、合成回路1611に入力された2信号は合成され、キャリア成分が抑圧され、歪み成分のみを出力する。

【0091】この歪み成分は、分配回路1613、ベクトル調整回路1615、電力増幅器1616を経て、合成回路1617に入力される。

【0092】合成回路1617に入力された2信号は合成され、このとき歪み成分は抑圧され、合成回路1617からの出力は歪み成分が取り除かれたものとなる。

【0093】ここで、合成回路1611で十分にキャリア抑圧を得るためには、分配回路1603で分岐され、合成回路1611で合成されるまでの2つの経路の遅延時間が等しく、キャリア成分の振幅が等しく、位相が180度異なる必要がある。

【0094】したがって、ここでは分配回路1613から分配された信号を、信号レベル検出手段1614で検出し、その大きさの情報は制御手段1620へ送られ、大きさが最小となるようにベクトル調整回路1604の通過振幅、通過位相を制御する。

【0095】また、合成回路1617からの出力で、歪みを十分抑圧したものにするには、分配回路1609で分岐され、合成回路1617で合成されるまでの2つの経路の遅延時間が等しく、合成回路1617に入力される歪み成分の振幅が等しく、位相が180度異なっている必要がある。

【0096】そこで、合成回路1617の出力に接続された分配回路1618から分配された信号の歪みレベルの大きさを、歪みレベル検出手段1619により検出し、その大きさの情報は制御手段1620へ送られ、大きさが最小となるようにベクトル調整回路1615を制御する。

【0097】また、電力増幅器1606で発生する歪みは分配回路1607で分配され、歪みレベル検出手段1608により、歪みレベルの大きさを検出し、その大き

さの情報は制御手段 1620 に送られ、その大きさが最小となるように前置歪み補償回路 1605 を制御する。

【0098】ここで、前置歪み補償回路 1605 を制御したとき、通過振幅、位相が変化するため、合成回路 1611 における各経路の振幅、位相の関係が最適点からずれ、出力にキャリアが発生してしまう。

【0099】したがって、前置歪み補償回路 1605 の制御と、ベクトル調整器 1604、1615 の制御を同時に行うと、歪みが最小となるような制御が不可能となる可能性がある。

【0100】そこで、まず歪みレベル検出手段 1608 で電力増幅器 1606 から発生する歪み信号を検出し、そのレベルが小さくなるように、前置歪み補償回路 1605 の制御のみを行い、このときベクトル調整回路 1604、ベクトル調整回路 1615 の制御は行わない。

【0101】次に、信号レベル検出手段 1614 で検出したレベルが最小となるように、ベクトル調整回路 1604 を制御し、このとき前置歪み補償回路 1605、ベクトル調整回路 1615 の制御は行わない。

【0102】次に、歪みレベル検出手段 1619 で検出したレベルが最小となるように、ベクトル調整回路 1615 を制御し、このとき前置歪み補償回路 1605、ベクトル調整回路 1604 の制御は行わない。

【0103】この、3つの制御を任意の順に行うことにより、最大の歪み補償が得られるよう制御することが可能である。

【0104】また、前置歪み補償回路 1605 を制御したとき、あるいはベクトル調整回路 1604 を制御したときにこれらの遅延時間が変化することがある。これを補償するために遅延回路 1610 を遅延時間が可変の可変遅延回路とし制御することが考えられる。

【0105】その方法として、前置歪み補償回路 1605、ベクトル調整回路 1604 を制御したときの遅延時間の変化を予め測定しておき、制御手段 1620 に記憶させておく。そして、前置歪み補償回路 1605 あるいは、ベクトル調整回路 1604 を制御したときに、それらの遅延時間の変化を補償するように、制御手段 1620 によって、可変遅延回路を制御する。この制御を追加することにより、より精度の高い歪み補償が得られる。

【0106】ここで、歪みレベル検出手段としては、例えばキャリア成分をノッチフィルタで取り除き、歪み成分のみの大きさを検出する回路が考えられる。

【0107】尚、上記実施の形態では、図 1 に示す前置歪み補償回路の出力端子 102 が、被補償の電極増幅器 204 (図 2 参照) に直接接続される場合について説明したが、これに限らず例えば、間接的に接続されていても良い。

【0108】又、上記実施の形態では、振幅周波数特性調整回路が、ベクトル調整回路の前段に設けられている場合について説明したが (例えば、図 1、7、12)、

これに限らず例えば、その逆で、振幅周波数特性調整回路が、ベクトル調整回路の後段に設けられている構成であっても良い。

【0109】又、上記実施の形態では、被補償の電力増幅器と、歪み補償回路のそれぞれの歪み特性の内、振幅特性、及び位相特性の双方とも異なる場合を中心に説明したが、これに限らず例えば、位相特性のみが異なる場合でも、本発明は適用可能である。

【0110】その場合の前置歪み補償回路の構成としては、例えば、入力信号を分配する分配回路と、前記分配回路の一方の出力に接続された、前記分配された入力信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、前記分配回路の他方の出力に接続された歪み発生回路と、前記歪み発生回路の出力に接続され、歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成し、その合成信号を、後段に直接又は間接的に接続される予定の、歪み補償の対象となる回路手段に出力するための合成回路とを備え、前記遅延回路の遅延時間は、前記ベクトル調整回路からの前記出力がないとすれば前記回路手段で発生することになる歪みの位相差に基づいて設定される構成が考えられる。

【0111】具体的には、図 1、又は、図 7 において、振幅周波数特性調整回路 106、706 を削除した構成がその一例として挙げられる。この場合でも、遅延回路の遅延時間を調整することにより、位相のアンバランスに対応した制御が可能となる点で、上記と同様の効果を発揮する。

【0112】又、上記実施の形態では、被補償の電力増幅器と、歪み補償回路のそれぞれの歪み特性の内、振幅特性、及び位相特性の双方とも異なる場合を中心に説明したが、これに限らず例えば、振幅特性のみが異なる場合でも、本発明は適用可能である。

【0113】その場合の前置歪み補償回路の構成としては、例えば、入力信号を分配する分配回路と、その分配回路の一方の出力に接続された、前記分配された入力信号に所定の遅延時間を与えるための遅延回路と、前記分配回路の他方の出力に接続された歪み発生回路と、その歪み発生回路の出力に接続され、振幅の周波数特性を変化させる振幅周波数特性調整回路と、その振幅周波数特性調整回路の出力に接続され、歪み信号の振幅及び位相を変化させるためのベクトル調整回路と、前記遅延回路の出力及び前記ベクトル調整回路の出力を合成する合成回路とを備えた構成である。

【0114】具体的には、図 1 に示す構成図と類似しているが、この場合の遅延回路は、従来のタイプでも良い点が、遅延回路 104 を有する上記実施の形態 1 と異なる点である。この場合でも、振幅周波数特性調整回路を上述した様に調整することにより、振幅のアンバランス

に対応した制御が可能となる点で、上記と同様の効果を

発揮する。

【0115】又、上記実施の形態では、本発明の回路手段が電力増幅器である場合について説明したが、これに限らず例えば、前記回路手段としては、リニアアンプや、その他の回路素子や回路部品などであっても良い。

【0116】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、歪みの振幅または歪みの位相がアンバランスな電力増幅器等の歪みを補償することができ、また安定な制御が可能であるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の前置歪み補償回路の構成を示すブロック図である。

【図2】(a)：前置歪み補償回路と電力増幅器の接続関係を示した図である。

(b)：前置歪み補償回路に求められる特性を説明する図である。

【図3】(a)～(d)：本発明の前置歪み補償回路の原理を説明する図である。

【図4】(a)：同実施の形態1における歪み発生回路を、ダイオードで構成した例を示す図である。

(b)：同実施の形態1における歪み発生回路の別の例を示す図である。

【図5】同実施の形態1における振幅周波数特性調整回路の例を示す図である。

【図6】同実施の形態1におけるベクトル調整回路の例を示す図である。

【図7】同実施の形態1で可変遅延回路を用いたときのブロック図である。

【図8】同実施の形態1における可変遅延回路の例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態2の構成の一例を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施の形態2の構成の別の一例を示すブロック図である。

【図11】本発明の実施の形態2の構成の更に別の一例を示すブロック図である。

【図12】本発明の実施の形態3の構成の一例を示すブ

\* ロック図である。

【図13】本発明の実施の形態3の構成の別の一例を示すブロック図である。

【図14】本発明の実施の形態3の構成の更に別の一例を示すブロック図である。

【図15】本発明の実施の形態4の構成を示すブロック図である。

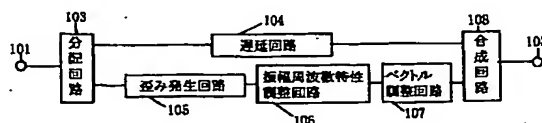
【図16】本発明の実施の形態5の構成を示すブロック図である。

10 【図17】従来の前置歪み補償回路の構成を示すブロック図である。

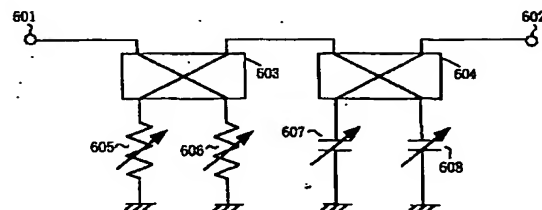
【符号の説明】

101 入力端子  
102 出力端子  
103 分配回路  
104 遅延回路  
105 歪み発生回路  
106 振幅周波数特性調整回路  
107 ベクトル調整回路  
108 合成回路  
203 前置歪み補償回路  
204 電力増幅器  
403、408 コンデンサ  
404 電源端子  
405、407 コイル  
406 ダイオード  
413 非線形回路を含む回路  
503 伝送線路  
504 容量可変コンデンサ  
603、604 方向性結合器  
605、606 可変抵抗  
704 可変遅延回路  
1306 歪み抽出回路  
1506 歪み振幅・位相検出手段  
1507 制御手段  
1508 制御端子  
1608、1619 歪みレベル検出手段  
1614 信号レベル検出手段

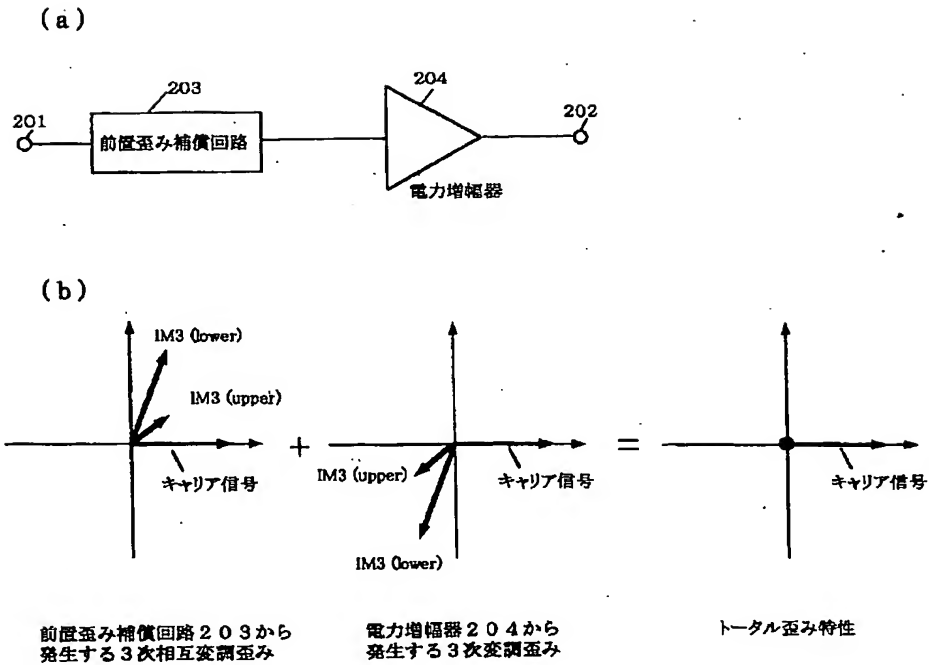
【図1】



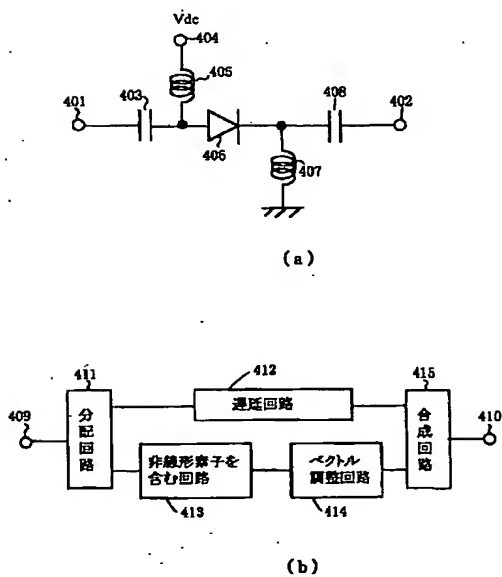
【図6】



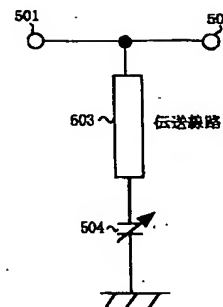
【図2】



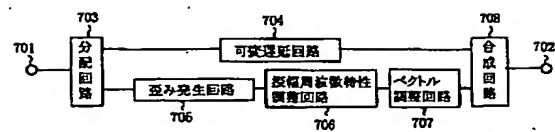
【図4】



【図5】

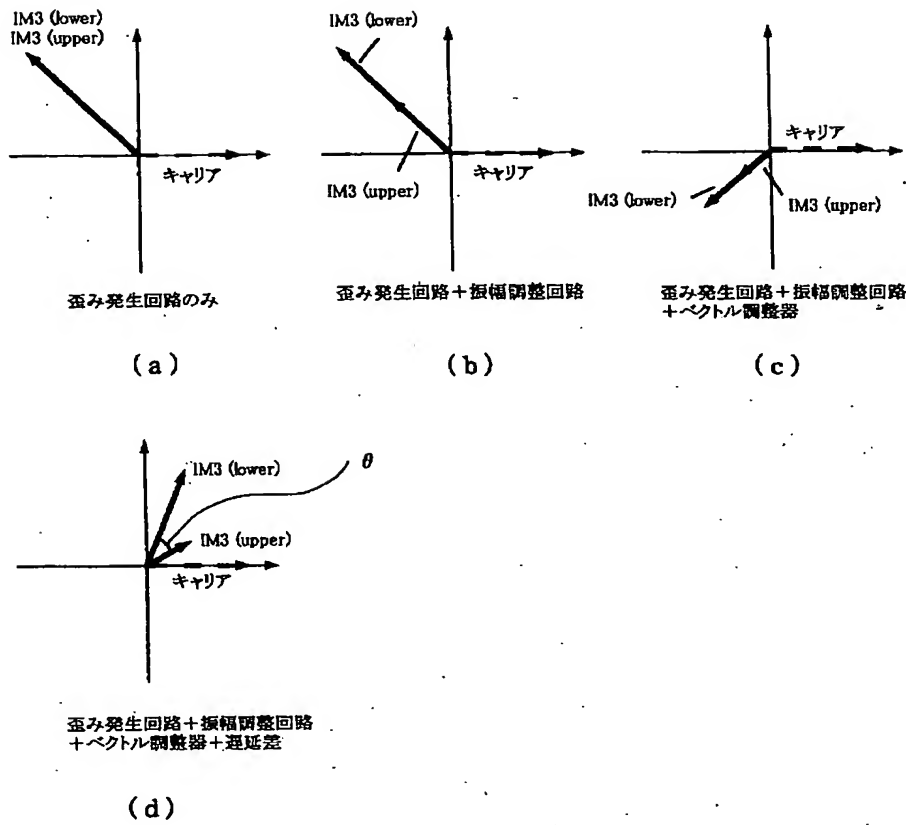


【図7】

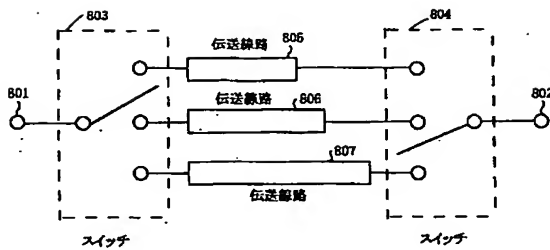




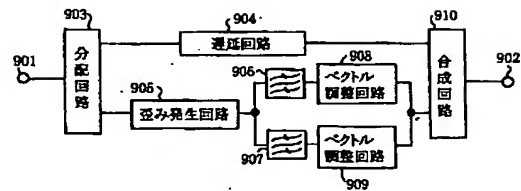
【図3】



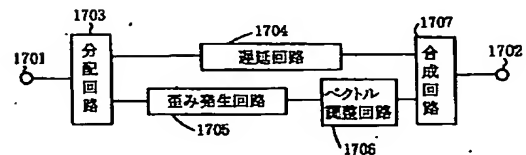
【図8】



【図9】

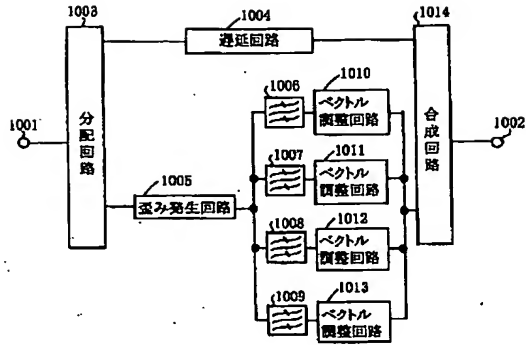


【図17】

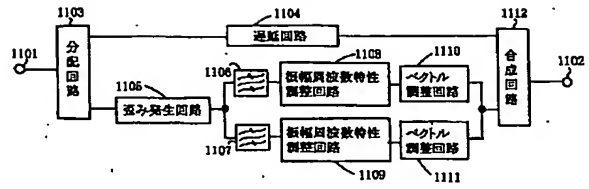




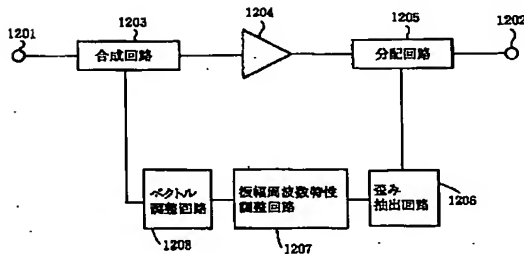
【図10】



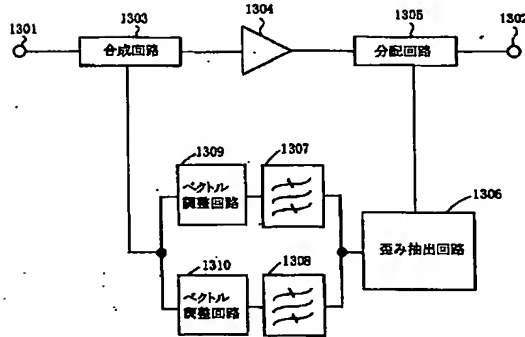
【図11】



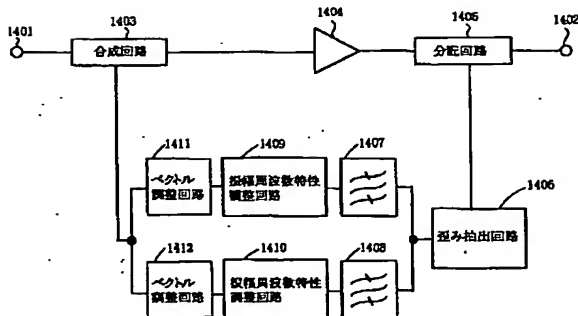
【図12】



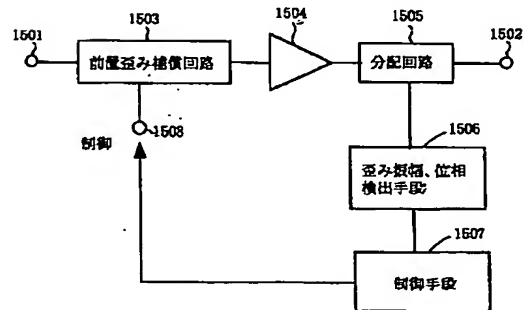
【図13】



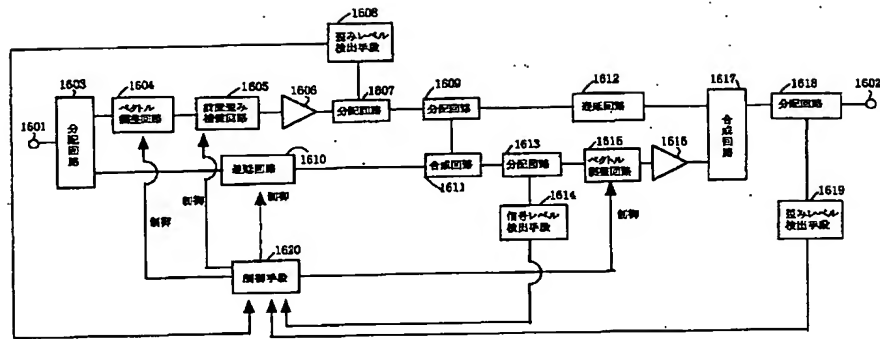
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 坂倉 真  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 藤原 誠司  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5J090 AA01 AA41 CA21 FA01 FA19  
GN03 GN04 GN07 HA19 HA25  
HA26 HA29 HA30 HA33 KA15  
KA41 KA68 MA11 MA14 SA13  
TA01 TA02  
5J091 AA01 AA41 CA21 FA01 FA19  
HA19 HA25 HA26 HA29 HA30  
HA33 KA15 KA41 KA68 MA11  
MA14 SA13 TA01 TA02  
5K052 AA00 BB07 BB32 DD01 FF32  
5K060 BB07 CC04 DD04 HH00 HH06  
KK03 KK04 KK06 KK08